维普资讯 http://www.cqvip.com

地质·矿床

芳畈—青山口矿带铜、铅、重晶石矿床成因探讨

吕 宇,董艳明
(中国冶金地质勘查工程总局中南地质勘查院,武汉 430081)

[摘 要]芳畈—青山口矿带是产出在鄂北中深变质岩区的一条铜、铅、重晶石矿带。文章依据岩石地球化学分析结果的统计分析和硫、氧同位素测定结果,讨论了矿带内矿床的矿质来源、水源、热源等3个矿床成因问题,认为矿带内不同地段不同矿种的矿床属"三源"不同的热液矿床。

[关键词]芳畈—青山口矿带 铜、铅、重晶石矿床 热液矿床 矿床成因
[中图分类号]P618.41;P618.42;P619.25 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2007)02-0008-06

芳畈—青山口矿带是发育在鄂北中深变质岩区的一条铜、铅及重晶石矿带,长47km,呈南北向展布,带内由北到南分布着铜、铅矿体、矿化体共67个,重晶石矿体、矿化体76个。笔者将通过对该区岩石地球化学分析结果的数理统计分析及对稳定同位素资料的研究,并结合各地段各矿种的矿化特征对矿床成因进行探讨。

1 地质背景

该矿带位于秦岭地槽东段桐柏—大别隆起带之双峰尖背斜两翼[1],为环水断裂、岩子河—青山口断裂、七里冲断裂及京桥—芳畈断裂围成的一菱形地块的西侧(图1)①。出露地层主要为太古宇大别群及元古宇红安群中浅变质岩系和震旦系灯影组白云石大理岩夹绢云石英片岩,此外,西部地区尚有部分白垩纪紫红色砂砾岩及第四纪冲、坡积层出露。岩浆活动较为强烈,东北部有芳畈斑状石英正长岩顺层侵入于红安群中,东部有双峰尖花岗岩侵入于双峰尖背斜核部,其时代均为燕山早期。石堰—中分湾有晋宁期黑云母花岗岩出露,脉岩发育,主要有石英脉、重晶石脉、硅化重晶石脉等。

2 岩石地球化学的统计分析

2.1 主要地层及岩石中的元素含量

采用随机抽样的方法进行统计,其结果如表1及表2所示。就地层而言,除Mo外,其余元素元古

表1 芳畈—青山口矿带主要地层中元素平均含量

$\omega_B/10^{-6}$

地层名称		样品数/个	Pb	Zn	Cu	Mo	Ba
震旦系灯影组	上 段	67	16	84	19	1.1	640
	中 段	68	17	90	16	0.9	649
	下 段	62	13	82	14	0.8	192
红安群	天台山组	63	22	74	19	0.6	788
	黄麦岭组	43	24	110	21	0.6	727

表2 芳畈—青山口矿带主要岩石中元素平均含量

$\omega_B/10^{-6}$

岩石名称	样品数/个	Cu			Pb			Zn			Mo			Ba		
		研究区	地壳	衬度	研究区	地壳	衬度	研究区	地壳	衬度	研究区	地壳	衬度	研究区	地壳	衬度
厚层白云石大理岩	97	9	4	2.3	8	9	0.9	52	20	2.6	0.5	0.4	1.3	221	10	22.1
滑石大理岩	74	8	4	2.0	6	9	0.7	52	20	2.6	0.5	0.4	1.3	148	10	14.87
薄层白云石大理岩	74	31	4	8.0	20	9	2.2	88	20	4.4	0.9	0.4	2.2	411	10	41.1
绿 片 岩	59	20	87	0.2	24	6	4.0	87	105	0.8	0.6	1.5	0.4	992	330	3.0
白云石英片岩	73	22	45	0.5	17	20	0.9	75	95	0.8	0.8	2.6	0.3	564	580	0.9
白云钠长片岩	49	15	45	0.3	16	20	0.8	87	95	0.9	0.8	2.6	0.3	730	580	1.3
二云钠长片岩	81	20	10	2.0	17	19	0.9	65	39	1.7	0.5	1.3	0.4	547	840	0.7
二云二长片麻岩	74	16	30	0.5	19	15	1.3	61	60	1.0	0.5	1.0	0.5	594	420	0.4
黑云母混合片麻岩	84	15	30	0.5	30	15	2.0	88	60	1.5	0.8	1.0	0.8	1750	420	4.2

[收稿日期]2006-09-18;[修订日期]2006-10-30;[责任编辑]韩进国。
① 王永基,张福厚,张绍武,等.湖北省大悟县芳畈矿区陈家河铜矿地质勘探报告,1975.
[第一作者简介]吕 宇(1965年—),男,1988年毕业于东北工学院,获学士学位,教授级高工,现主要从事地质找矿工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

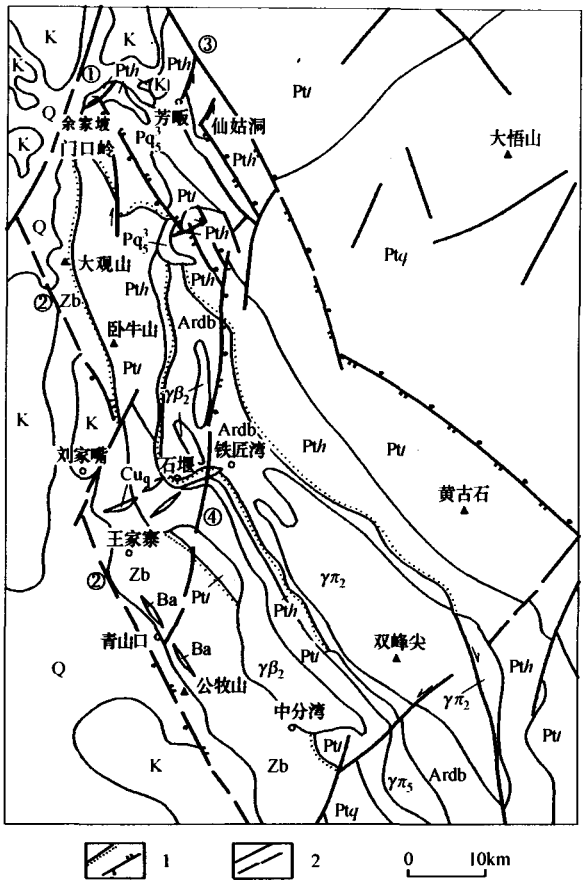

图1　芳畈—青山口矿带外围地质图

Q—新生代第四纪坡、冲积层;K—新生代白垩纪红色砂砾岩;Zb—元古宇震旦系灯影组白云石大理岩;Ptq—元古宇红安群七里山组白云钠长片麻岩及绿帘钠长片麻岩;Ptl—元古宇红安群天台山组白云钠长片麻岩;Pth—元古宇红安群黄麦岭组白云石大理岩及磷矿层;Ardb—太古宇大别群混合片麻岩;$\gamma\pi_5$—燕山期花岗斑岩;Pq_5^3—燕山期斑状石英正长岩;$\gamma\beta_2$—晋宁期片麻状黑云母花岗岩;$\gamma\pi_2$—晋宁期花岗斑岩;Cu_q、Ba—含铜石英脉及重晶石脉;1—不整合地质界线及逆断层;2—实测及推测性质不明断层;①—环水断裂;②—岩子河—青山口断裂;③—京桥—芳畈断裂;④—七里冲断裂

宇红安群比震旦系灯影组含量普通要高。就岩石而言,则以薄层状白云石大理岩含量最高,次为厚层状白云石大理岩,再次为滑石大理岩。就元素而言,以Ba元素丰值度最高。

2.2　Cu、Pb、Ba、Mo元素的分带

采用分段统计各元素含量的方法,垂直构造线方向将全区划分成43个长方形的统计单元,然后统计各单元中各元素的平均值,进而以距离为横坐标,元素含量为纵坐标,作出元素含量变化曲线(图2),从图中所绘出的几种主要元素的含量变化曲线可以看出以下几个特点:

1) Cu、Mo两元素以刘家嘴x坐标61附近为中心,元素分布具明显的对称性:Cu在该中心两侧分别有两个较高的峰值,在$x=60.0$和$x=62.0$处出现的峰值较低,而在青山顶南$x=56.5$和卧牛山$x=64.5\sim65.5$附近两个峰值则较高;Mo的两个较高峰值一个在$x=59.5$处,另一个在$x=62.5$处。Ba、Pb两元素虽具一定的对称性,与Cu含量具正相关关系,但其对称性不如Cu、Mo明显。

2) 以刘家嘴为中心,就各元素的主峰值看,Mo的主峰值位于最里面,次为Cu、Ba及Pb,后3种元素曲线变化,除Pb较Cu的峰值略有向外移的趋势外,其余元素含量变化则具同步升降的特点。

3) 从原生晕异常的分布来看,Mo异常多分布于刘家嘴附近,向外则变成Cu、Pb异常,全区唯一的一个Sn异常亦位于刘家嘴附近。这种分带特征在矿点及矿化点的分布上亦得以反映,刘家嘴北卧牛山铜矿点与石堰及青山顶铜矿点构成一环形Cu矿化带;卧牛山北铅矿点与石堰东铁匠湾铅矿点、青山顶南公牧山铅矿点则又在铜矿化带外面形成一环状分布的铅矿化带(部分与铜矿化带重合)。根据包体测量结果(均一法),从大观山—公牧山共取测温样38个,平均温度为232℃(已经过压力校正),而温度最高的一个样品达316℃,位于刘家嘴附近,可见该处成矿温度已相当高,向两侧则变低②。根据上述分析,刘家嘴附近很可能存在着一个矿化中心,该处正位于石堰北东东向构造带与岩子河—青山口断裂交叉部位,推测其可能为导矿构造所在。成矿元素在中心两侧具多峰值,反映了成矿的多期性。门口岭一带Mo、Ba、Pb、Cu均出现较高峰值,这种不谐和的现象反映了北部余家坡—芳畈地区可能为另一矿化系统。

3　硫同位素比值测定结果

全区共取黄铜矿样8个、斑铜矿样2个、方铅矿样6个、黄铁矿样2个、重晶石样12个测定硫的同位素比值$\delta^{34}S$,结果如表3、表4②所示;其与自然地质体中硫同位素组成的对比如图3所示。从表和图中可以看出以下几个特点:

1) 金属硫化物(黄铜矿、黄铁矿、方铅矿)硫同位素比值测定结果表明,芳畈及余家坡(包括门口岭)地区$\delta^{34}S$为+5.4‰~+21.8‰,平均+11.05‰,;大、

② 谭照华.芳畈—青山口矿带铜、铅、重晶石矿床硫、氧同位素的研究,1984.

维普资讯 http://www.cqvip.com

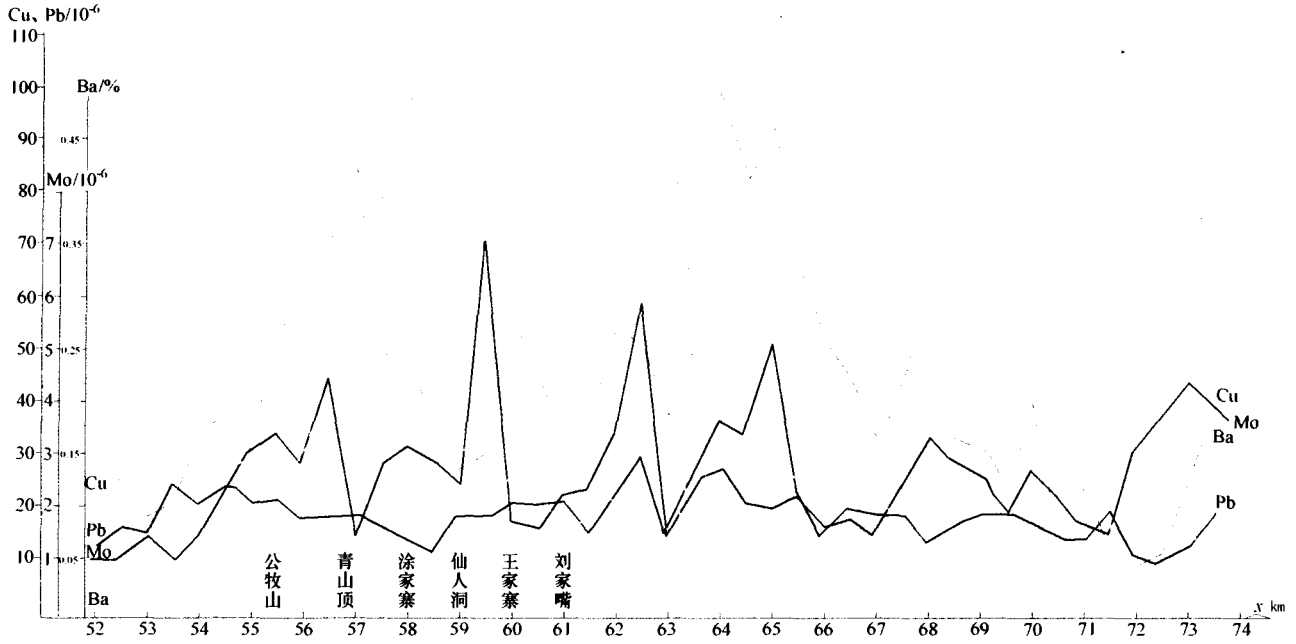

图 2 芳畈—青山口矿带主要元素含量变化曲线

表 3 芳畈—青山口矿带矿石中 $\delta^{34}S$ 测定结果 ‰

地段	采样地点	样号	岩脉号	矿石名称	$\delta^{34}S$
门口岭	门口岭	t21	36	重晶石	+11.8
大、小观山	大观山	20	43		+14.1
	小观山	19	46		+18.0
刘家嘴	石堰	13-1	105		+15.4
刘家嘴	万家寨	17	116		+15.6
刘家嘴	刘家嘴	18	115		+13.4
刘家嘴	仙人岭	10	126		+15.5
青山顶	涂家寨	7	140		+14.0
青山顶	青山顶	13	155		+15.0
公牧山	公牧山	1	161		+10.2
公牧山	公牧山	5	164		+15.4
公牧山	公牧山	3	170		+16.4

表 4 芳畈—青山口矿带矿物中 $\delta^{34}S$ 测定结果 ‰

地段	采样地点	样号	岩脉号	矿物名称	$\delta^{34}S$
芳畈	金马坑	t-24	7	黄铜矿	+5.4
	金马坑	-3	7	黄铜矿	+6.2
	金马坑	-4	7	斑铜矿	+20.6
	金马坑	-5	7	黄铁矿	+21.8
	陈家河	-2	17	斑铜矿	+12.4
	陈家河	-1	17	黄铁矿	+7.2
门口岭	门口岭	t23	33	黄铜矿	+8.6
	门口岭	22	36	方铅矿	+6.2
刘家嘴	磨刀山	16	69	黄铜矿	+2.6
	石堰	14	105	黄铜矿	+2.6
	石堰	15	106	方铅矿	+2.6
	仙人岭	9	126	黄铜矿	+2.9
青山顶	涂家寨	8	140	方铅矿	+4.3
	青山顶	11	155	方铅矿	+5.4
	青山顶	12	155	黄铜矿	+1.8
公牧山	公牧山	2	161	黄铜矿	+2.7
	公牧山	6	164	方铅矿	+2.2
	公牧山	4	170	方铅矿	+4.2

小观山—公牧山地区(含刘家嘴、青山顶)则为 +2.6‰ ~ +5.4‰,平均 +3.13‰,后者远较前者为低。重晶石硫同位素比值测定因门口岭只取一个样,代表性不强,难以比较,但从金属硫化物测定结果来看,两地区硫的来源是不同的,存在着较大的差异。

2) 芳畈、门口岭铜矿化主要发生在燕山早期斑状石英正长岩与黄麦岭组上段硅化白云石大理岩的内外接触带,矿化呈扁豆状③。同位素比值黄铜矿与方铅矿 $\delta^{34}S$ 为 +5.4‰ ~ +8.6‰,平均 +6.6‰,比地壳平均值(+3.6‰)偏高,与夕卡岩铜矿($\delta^{34}S$ 为 0‰ ~6‰)、火山岩型铜矿($\delta^{34}S$ 为 2‰ ~ 8‰)②相当,故其主要应来自地幔。但斑铜矿及黄铁矿 $\delta^{34}S$ 则较高,达 +12.4‰ ~ +21.8‰,变化范围也大,说明硫来源的多源性。推测除岩浆热液带来部分硫外,地下水的活动也带来较多的硫。正是由于地下水在运移过程中溶解了黄麦岭组白云石大理岩中原生的硫酸盐矿物(重晶石等),从而使地下水中 $\delta^{34}S$ 具海相硫酸盐特征。门口岭地段距离斑状石英正长岩体较远,主要为 Pb、Ba 矿化,Cu 矿化较弱,矿体多呈脉状产于灯影组白云石大理岩中,从仅取的两个金属硫化物同位素样品看,其 $\delta^{34}S$ 值一个为 +6.2‰,另一个

③ 张立普,闻立泉. 湖北省大悟县芳畈矿区金马坑铜矿补充地质勘探报告,1976.

维普资讯 http://www.cqvip.com

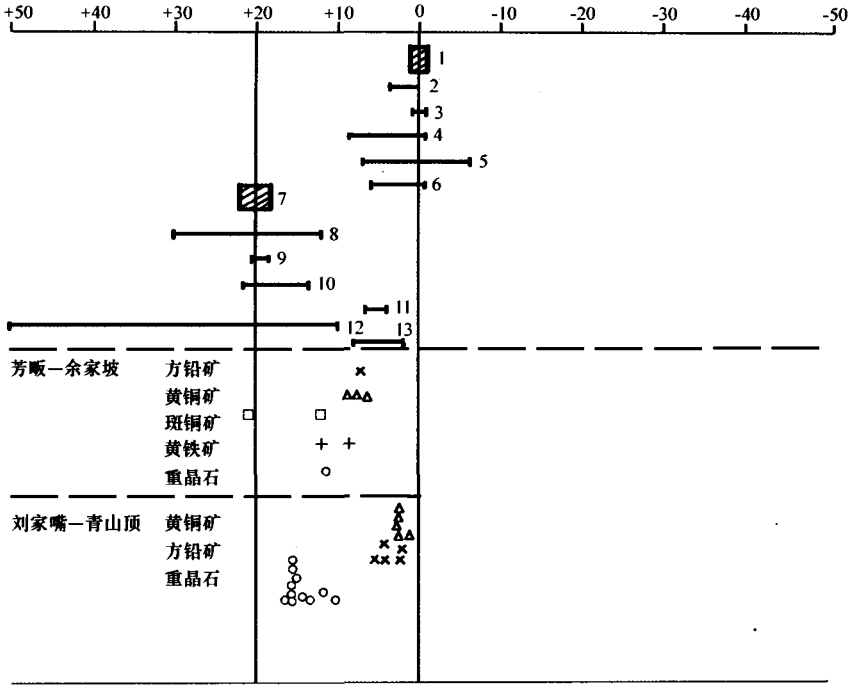

图3　芳畈—青山顶硫同位素与自然地质体中硫同位素组成对比图

为+8.6‰。但Pb、Ba间高度显著相关,在因子载荷图上自成一团,表明其成矿机理极为相似,而与Cu相距甚远,说明Cu、Pb二者的主成矿期并不一致。Pb、Ba在F_1轴上的截距反映出这两个元素成矿时的扩散作用和渗滤作用都较弱。门口岭仅取重晶石的一个硫同位素样,$\delta^{34}S$为+11.8‰,具海相硫酸盐特征,反映了在Pb、Ba的主成矿阶段,地下水热液起着主导作用。其矿质主要来自灯影组白云石大理岩,特别是薄层白云石大理岩(Ba的衬度为41.1,Pb的衬度为2.2)很可能就是这一矿化作用的主要矿源层。

3) 大观山—公牧山地区金属硫化物$\delta^{34}S$与重晶石中$\delta^{34}S$相差较大,前者最高为+5.4‰,后者最低即达10.2‰,说明二者硫的来源不同,黄铜矿中$\delta^{34}S$为+1.8‰~+2.9‰,平均+2.52‰,均方差为0.38‰,与陨石硫比值及石英脉型铜矿硫比值($\delta^{34}S$为+0.6‰~+3‰)非常相似,表明硫主要来自地壳深部或上地幔,该区铜矿亦主要产于石英脉中或与硅化有关,矿脉多切穿地层,结合原生晕因子分析结果,Cu在F_1轴上截距极小,反映出渗透作用及扩散作用较强的特点,推测这一地区铜矿主要为岩浆热液作用的结果。

铅的硫化物中硫的同位素比值为+2.2‰~+5.4‰,平均+3.74‰,均方差为1.18‰,与地壳平均值十分接近,比陨石略富$\delta^{34}S$,说明硫亦主要来源于岩浆热液。但其离差较大,因此,有少量硫可能来自地下热液。原生晕测定结果Pb与Cu在卧牛山异常内高度显著相关,说明在Cu矿化时亦发生有Pb的矿化作用,但在青山顶和王家寨异常内Cu、Pb相关系数近于零,在因子载荷图上,二者位置相距甚远,说明Cu、Pb除局部地区外,就全区而言其主成矿期是不一致的。

重晶石中硫同位素比值较高,平均+14.82‰,这与地下水中硫酸盐结果($\delta^{34}S$平均为14.99‰)很接近,显然是由地下水溶解其围岩灯影组中原生硫酸盐所致,矿源层与余家坡相同,主要亦为白云石大理岩。石堰一带北东东向含铜石英脉,当其穿过灯影组时,矿脉内重晶石含量聚增,这亦充分显示了重晶石的层控性质。

4　氧同位素特征

由刘家嘴—公牧山共取氧同位素样6个,测定结果如表5②所列,其与自然地质体中氧同位素组成的对比如图4所示。重晶石脉中的石英,测定结果表明这一带氧同位素的变化较小(+10.5‰~+14.5‰),平均+12.52‰,其与花岗岩类十分近似,该区氧同位素比值略偏高,可能由于深成花岗岩同化了富^{18}O的硅铝层岩石或硅铝层局部重熔的结果,岩浆的部分结晶也会造成显著的分馏,使期后热液中的氧同位素值增高,铅、铜同石英密切共生,由此推测铅铜亦应主要来源于花岗岩类,为其后热液活动的产物。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 5 刘家嘴—公牧山 $\delta^{18}O$ 测定结果 ‰

样号	采样地点	矿物	$\delta^{18}O$
t32	公牧山	石英	+10.5
t34	公牧山	石英	+14.5
t35	公牧山	石英	+13.2
t36	青山顶	石英	+12.9
t37	刘家嘴	石英	+13.5
t38	石堰	石英	+10.5

5 矿床成因及模式的探讨

5.1 矿源、水源和热源

该矿带内铜、铅、重晶石矿床均属于热液矿床，但不同矿种、不同矿床(点)的成因机制却有着较大差异。热液成矿必须有矿源、水源和热源，其中矿质来源在前面已经探讨，下面将重点讨论其水源和热源。

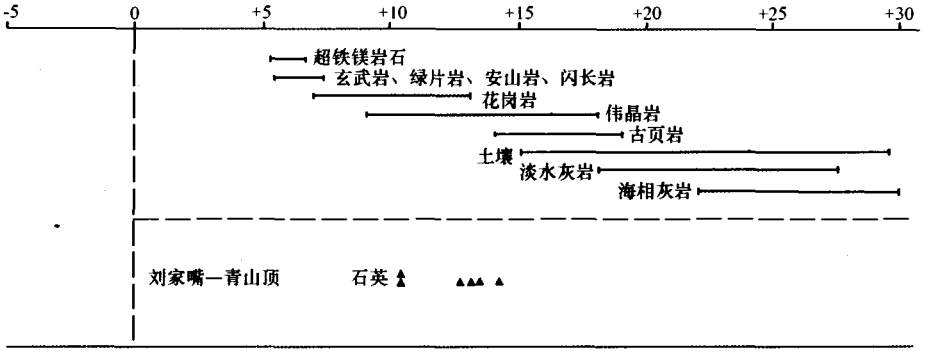

图 4 刘家嘴—公牧山氧同位素与自然地质体中氧同位素组成对比图

芳畈—余家坡地区矿化作用与斑状石英正长斑岩侵入密切相关。陈家河、金马坑虽未采包体测温样，但根据元素同位素比值计算成矿温度为 350℃左右，而余家坡一带 5 个样包体测温结果，温度为 144℃～193℃[2]，反映了由岩体向外温度递减的变化，因此，热源主要来自岩浆热。这一带又位于环水断裂与京桥—芳畈断裂交叉处，推测构造作用亦带来部分热源。

就水源而言，芳畈一带则具有岩浆和地下水二重来源。而在余家坡—门口岭，由于出露地层为灯影组，其内白云石大理岩变质程度极低，含水较富，该区距岩体较远，因此，由岩浆中提供水的可能极小，矿化作用中的水主要应来自地层中。地下水热液活动在矿化中处于主导地位。矿带靠近环水大断裂，次级断裂极为发育，给地下水活动提供了有利条件。

5.2 成矿阶段的划分

刘家嘴—公牧山地区铜矿属典型的石英脉型铜矿，以刘家嘴为中心其两侧 Cu 出现两个峰值，说明至少存在两次 Cu 的矿化作用。青山顶—石堰卧牛山这一环形地区是 Cu 的主要成矿区。另一期主要发生在刘家嘴附近，矿化较弱。铅与铜具类似的矿化特点，其矿质和水主要来自岩浆热液。重晶石则以地下水热液矿化作用为主，水主要来自灯影组。由矿脉的穿插关系所反映出来的该地区主要成矿阶段有 4 期：① 重晶石化；② 弱铜矿化；③ 强铅矿化；④ 强铜矿化伴生铅矿化。

从蚀变角度来看，在重晶石化前尚有一次较普通的次生硅质岩化。另外，伴随 Cu 矿化亦发生过两次 Mo 矿化，但其强度均不大。

5.3 矿床成因类型的划分

根据热液矿床三源的主要特征，将矿带中铜、铅、重晶石矿床归于不同的成因类型中，如表 6 所列。

6 结 论

该区多金属矿床及重晶石矿床均属热液矿床。该矿带芳畈—余家坡地段与大观山—公牧山地段分属两个不同的矿化体系。芳畈—余家坡地区的矿化作用与斑状石英正长岩的侵入有密切的关系。就地层而言，铜矿与黄麦岭组白云石大理岩密切相关，铅矿及重晶石矿则受灯影组控制。大观山—公牧山铜矿为典型的石英脉型铜矿，主要受构造控制。铅矿除与铜矿化相同由岩浆热液作用发生矿化外，尚有部分由地下热液活动而形成的矿化，就矿化强度而言，后者远比前者弱得多，重晶石则严格受灯影组控制，具典型的层控特征。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表6　芳畈—青山口矿带铜、铅、重晶石矿床成因类型

地　区		矿种	矿源	水源	热源	矿床成因类型
芳畈—余家坡	芳畈	铜	班状石英正长岩及黄麦岭组白云石大理岩	岩浆及大理岩	岩浆	多成因热液矿床
	余家畈、门口岭	铅矿及重矿	灯影组白云石大理岩	灯影组白云石大理岩	构造热为主	主要为地下水热液矿床
刘家嘴—公牧山		铜	岩浆热液	岩浆热液	岩浆	岩浆热液矿床
		铅	以岩浆热液为主,少部分来自灯影组	以岩浆热液为主,少部分来自灯影组	主要为浆热,次为构造热	岩浆热液矿床(部分属地下水热液矿床)
		重晶石	灯影组白云石大理岩	灯影组白云石大理岩	构造热为主	地下水热液矿床

[参考文献]

[1] 王鸿祯.华南地区古大陆边缘构造[M].武汉:武汉地质学院出版社,1986.

[2] 张福原.芳畈铜矿区地球化学特征[J].中南冶金地质,1982(2).

[3] 谭照华,刘小文.芳畈铜矿床地质特征及矿床成因探讨[J].中南冶金地质,1990(3).

GENESIS OF Cu - Pb - BARITE ORES IN THE FANGFAN - QINGSHANKOU ORE BELT

LU Yu, DONG Yan - ming

(*Central - south Geological Survey, Central - south Bureau of China Metallurgy Exploration and Engineering Bureau, Wuhan* 430081)

Abstract: The Fangfan - Qingshankou ore belt is a Cu - Pb - barite mineralzing belt located in medium - deep metamorphic rock region in the north Hubei province. Based on rock geochemistry analysis data and sulphur and oxygen isotope determination, sources of ore - forming materials, fluids and heat for ore genesis in the belt are discussed. It is concluded that ore deposits with different ore type in the different sector of the belt belong to different hydrothermal deposits with "three sources".

Key words: Fangfan - Qingshankou ore belt, Cu - Pb - barite ore deposit, hydrothermal deposit, ore genesis